



This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung



**Aktenzeichen:** 103 03 676.8

**Anmeldetag:** 24. Januar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

**Bezeichnung:** Elektrooptisches Bauelement

**IPC:** H 04 B, H 01 Q, H 01 L



Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 09. Februar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Dzierzon

## Beschreibung

## Elektrooptisches Bauelement

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrooptisches Bauelement mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10 Unter dem Begriff „Millimeterwellen“ werden nachfolgend elektromagnetische Wellen verstanden, deren Wellenlänge (Freiraumwellenlänge) im Millimeter-Bereich liegt; entsprechend werden unter dem Begriff „Submillimeterwellen“ elektromagnetische Wellen verstanden, deren Wellenlänge kleiner als ein Millimeter ist. Unter dem Begriff

15 „Millimeterantenne“ und „Submillimeter-Antenne“ werden nachfolgend Antennen verstanden, die elektromagnetische Millimeterwellen bzw. Submillimeterwellen abstrahlen und/oder empfangen können.

- 20 Ein derartiges Bauelement ist aus der Druckschrift „Monolithically integrated Yagi-Uda antenna for photonic emitter operating at 120 GHz“ (A. Hirata, T. Furuta und T. Nagatsuma; Electronics Letters, 30. August 2001, Vol. 37, Nr. 18) bekannt. Bei diesem vorbekannten Bauelement handelt es
- 25 sich um eine Anordnung bestehend aus einer Fotodiode und einer Yagi-Uda-Antenne, die an die Fotodiode angeschlossen ist. Mit der Fotodiode, die als UTC (UTC: uni-travelling-carrier-photodiode) ausgebildet ist, werden mit einer Signalfrequenz von 120 GHz modulierte optische Signale
- 30 empfangen und in elektrische Signale umgewandelt. Die elektrischen Signale weisen damit eine elektrische Frequenz von ebenfalls 120 GHz auf und werden von der an die UTC-Fotodiode angeschlossenen Yagi-Uda-Antenne abgestrahlt. Mit anderen Worten handelt es sich bei dem vorbekannten
- 35 Bauelement um einen elektrooptischen Wandler, der optische Signale mit hoher Modulationsfrequenz in elektromagnetische Millimeterwellen umwandelt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektrooptisches Bauelement anzugeben, das zum Generieren von Millimeterwellen oder Submillimeterwellen besonders gut geeignet ist.

Diese Aufgabe wird bei einem elektrooptischen Bauelement der eingangs angegebenen Art erfindungsgemäß durch das kennzeichnende Merkmal des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen elektrooptischen Bauelements ist darin zu sehen, dass dieses einen besonders hohen Wirkungsgrad bei der Umwandlung von optischen Signalen in elektromagnetische Millimeter- bzw. Submillimeterwellen aufweist, weil zum Detektieren der optischen Signale ein Elektroabsorptionsmodulator eingesetzt wird.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen elektrooptischen Bauelements besteht darin, dass dieses eine doppelte Funktionalität aufweist, da nämlich der Elektroabsorptionsmodulator auch in umgekehrter Richtung betrieben werden kann und somit zum Generieren modulierter optischer Signale herangezogen werden kann. Konkret können mit dem erfindungsgemäßen elektrooptischen Bauelement nämlich optische Lichtsignale mit einer Modulationsfrequenz beaufschlagt werden, die von der an den Elektroabsorptionsmodulator angeschlossenen Millimeter- oder Submillimeterantenne empfangen worden sind.

Für die bereits erwähnte „umgekehrte“ Richtung beim Betrieb des elektrooptischen Bauelements - das heißt also zum Generieren modulierter optischer Lichtsignale - ist eine optische Signalquelle wie zum Beispiel ein Laser notwendig. Es wird daher im Rahmen einer Weiterbildung des

elektrooptischen Bauelements als vorteilhaft angesehen, wenn das elektrooptische Bauelement ein optisch aktives Element aufweist bzw. enthält. In einem solchen Fall kann nämlich auf einen Anschluss einer separaten Lichtquelle, insbesondere eines Lasers, an das elektrooptische Bauelement verzichtet werden, da das Bauelement dann eine solche Lichtquelle bereits selbst enthält.

Besonders einfach und damit kostengünstig lässt sich ein elektrooptisches Bauelement mit einem Elektroabsorptionsmodulator und einem optisch aktiven Element herstellen, wenn das optisch aktive Element und der Elektroabsorptionsmodulator in demselben Halbleitersubstrat integriert werden. Bei einer Integration der beiden Komponenten in demselben Halbleitersubstrat können nämlich Herstellungsschritte eingespart werden.

Zum Erzeugen von modulierten optischen Lichtsignalen wird es als vorteilhaft angesehen, wenn das optisch aktive Element ein Laser, insbesondere ein DFB (DFB: distributed feedback laser) - oder ein DBR (DBR: distributed bragg reflector) - Laser, oder ein optischer Verstärker, insbesondere ein SOA (SOA: semiconductor optical amplifier), ist.

Besonders kompakt und damit platzsparend lässt sich das elektrooptische Bauelement ausbilden, wenn die Millimeter- oder Submillimeterantenne auf dem Halbleitersubstrat angeordnet ist.

Anstelle einer Integration der Millimeter- oder Submillimeterantenne auf dem Halbleitersubstrat kann alternativ vorgesehen sein, dass die Millimeter- oder Submillimeterantenne auf einem Schaltungsträger angeordnet ist und das Halbleitersubstrat auf dem Schaltungsträger befestigt ist.

Zur gezielten Optimierung des Elektroabsorptionsmodulators und des optisch aktiven Elements wird es als vorteilhaft angesehen, wenn das Halbleitersubstrat zumindest zwei unterschiedliche aktive Schichten aufweist, von denen eine aktive Schicht für das optisch aktive Element und die weitere aktive Schicht für den Elektroabsorptionsmodulator optimiert ist. Die Schichtenreihenfolge ist dabei unwesentlich, so dass die für das optisch aktive Element optimierte aktive Schicht über der für den Elektroabsorptionsmodulator optimierten weiteren Schicht oder umgekehrt darunter angeordnet sein kann.

Zur Optimierung von Elektroabsorptionsmodulatoren und von optisch aktiven Elementen sind QD (QD: quantum dot)-, MQD (MQD: multiple quantum dot)-, QW (QW: quantum well)- und/oder MQW (MQW: multiple quantum well)-Schichten geeignet, so dass es als vorteilhaft angesehen wird, wenn mindestens eine der zwei aktiven Schichten eine QD-, eine MQD-, eine QW- oder eine MQW-Schicht ist.

Zum Empfangen und zum Generieren von Millimeter- oder Submillimeterwellen sind insbesondere Schlitzantennen sehr geeignet, so dass es als vorteilhaft angesehen wird, wenn in dem elektrooptischen Bauelement eine Schlitzantenne als Antenne eingesetzt wird.

Vorteilhaft ist die Schlitzantenne eine von einem koplanaren elektrischen Wellenleiter gespeiste CPW-fed-Antenne. Die Abkürzung CPW steht dabei für „coplanar-waveguide-fed“.

Bei der Millimeter- oder Submillimeterantenne kann es sich beispielsweise auch um eine Yagi-Uda-Antenne oder um eine „log-period“-Antenne handeln.

Im Übrigen wird es als vorteilhaft angesehen, wenn die elektromagnetischen Millimeter- bzw. Submillimeterwellen im Antennenbereich gebündelt werden; es wird daher als

vorteilhaft angesehen, wenn der Millimeter- oder Submillimeterantenne eine Linse, insbesondere eine Siliziumlinse, zum „Vorabbündeln“ der elektromagnetischen Wellen zu- bzw. vorgeordnet ist. Vorteilhaft ist die Linse  
5 hemisphärisch gewölbt, um eine besonders effiziente Bündelung der Millimeter- bzw. Submillimeterwellen zu einreichen.

Im Übrigen wird es als vorteilhaft angesehen, wenn das Halbleitersubstrat zu dem III/V Materialsystem gehört;  
10 insbesondere kann das Halbleitersubstrat beispielsweise ein Indiumphosphit- oder ein Galliumarsenid-Material sein.

Der Erfindung liegt darüber hinaus die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Erzeugen von Millimeter- und/oder  
15 Submillimeterwellen anzugeben, das sich besonders einfach und effizient durchführen lässt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 15 erreicht. Vorteilhafte  
20 Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen angegeben.

Bezüglich der Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens und bezüglich der Vorteile der vorteilhaften Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die obigen Ausführungen  
5 im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen elektrooptischen Bauelement verwiesen, da sich die Vorteile im wesentlichen entsprechen.

30 Zur Erläuterung der Erfindung zeigen die Figuren 1 bis 4 ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes elektrooptisches Bauelement.

In der Figur 1 ist ein Halbleitersubstrat 1 dargestellt, das  
35 Teil eines elektrooptischen Bauelements 2 ist. Das Halbleitersubstrat 1 kann beispielsweise n-dotiert sein.



In dem Halbleitersubstrat 1 sind ein DFB-Laser 5, ein Elektroabsorptionsmodulator 10 und ein optischer Verstärker 15 integriert.

5 Die Schichtenfolge des Halbleitersubstrats 1 ist wie folgt beschaffen: Auf dem Halbleitersubstrat 1 befindet sich eine aktive Schicht 20, die speziell für den Laser 5 optimiert ist. Bei der aktiven Schicht 20 kann es sich beispielsweise um eine QW-, eine MQW-, eine QD- oder eine MQD-Schicht  
10 handeln.

Auf der aktiven Schicht 20 befindet sich eine weitere aktive Schicht 25, die speziell für den Elektroabsorptionsmodulator 10 optimiert ist. Die Reihenfolge der beiden aktiven  
15 Schichten 20 und 25 ist im Übrigen beliebig; so kann die aktive Schicht 20 für den Laser 5 auch über der weiteren aktiven Schicht 25 statt unter dieser angeordnet sein.

Auf der weiteren Schicht 25 befindet sich eine p-dotierte  
20 Deckschicht 30, die mit elektrischen Kontakten 35, 40 und 45 zum Kontaktieren des Lasers 5, des Elektroabsorptionsmodulators 10 und des Verstärkers 15 versehen ist.

25 Die Deckschicht 30 ist durch Gräben 50 und 55 segmentiert, wodurch die Bereiche für den Laser 5, den Elektroabsorptionsmodulator 10 und den Verstärker 15 untereinander abgegrenzt werden.

30 Der DFB-Laser 5 weist eine Gitterstruktur 60 auf, die in der weiteren aktiven Schicht 25 ausgebildet ist.

Die Figur 2 zeigt das Halbleitersubstrat 1 gemäß der Figur 1 in der Draufsicht. Man erkennt die Gitterstruktur 60 des  
35 Lasers 5 sowie die Kontakte 35, 40 und 45, mit denen jeweils die p-dotierte Deckschicht 30 kontaktiert ist. Darüber hinaus lassen sich Kontaktbereiche 70, 75 und 80 erkennen, in denen

- die p-dotierte Deckschicht 30, sowie die beiden aktiven Schichten 20 und 25 entfernt - beispielsweise weggeätzt - sind. In diesen Kontaktbereichen 70, 75 und 80 ist das ansonsten von den Schichten 20, 25 und 30 abgedeckte, n-dotierte Halbleitersubstrat 1 von der Vorderseite bzw. Oberseite 85 des Halbleitersubstrats kontaktierbar. Die Vorderseite 85 und die Rückseite 90 des Halbleitersubstrats sind in der Figur 1 mit ihren Bezugszeichen gekennzeichnet.
- 10 In der Figur 2 ist darüber hinaus ein optischer Wellenleiter 95, beispielsweise ein Glaswellenleiter, dargestellt, der an das Halbleitersubstrat 1 an der dem Verstärker 15 zugewandten Außenseite 100 des Halbleitersubstrats angeschlossen ist.
- 15 Mit diesem Wellenleiter 95 lassen sich optische Signale in das Halbleitersubstrat 1 einkoppeln, die von dem Elektroabsorptionsmodulator 10 in elektrische Signale umgewandelt werden. In anderer Richtung lassen sich optische Signale von dem Halbleitersubstrat 1 in den Wellenleiter 95 einkoppeln, die von dem Laser 5 generiert und von dem Elektroabsorptionsmodulator 10 in Abhängigkeit von an dem Elektroabsorptionsmodulator 10 anliegenden elektrischen Signalen moduliert werden.
- 25 Das in dem Halbleitersubstrat 1 generierte und in den Lichtwellenleiter 95 eingespeiste Licht ist in der Figur 2 mit einem Pfeil mit dem Bezugszeichen  $P_{\text{opt,aus}}$  symbolisiert; das in das Halbleitersubstrat 1 eingespeiste Licht ist durch einen Pfeil mit dem Bezugszeichen  $P_{\text{opt,ein}}$  gekennzeichnet.
- 30 Der Laser 5 hat vorzugsweise eine Länge  $L_1$  zwischen  $50 \mu\text{m}$  und  $500 \mu\text{m}$ . Der Elektroabsorptionsmodulator 10 ist vorzugsweise  $50 \mu\text{m}$  bis  $300 \mu\text{m}$  lang; die Länge  $L_3$  des Elektroabsorptionsmodulators 10 ist in der Figur 2 mit dem Bezugszeichen  $L_2$  gekennzeichnet. Die Länge  $L_3$  des Verstärkers 15 beträgt vorzugsweise  $50 \mu\text{m}$  bis  $350 \mu\text{m}$ . Die Breite  $b$  des Lasers 5, des Elektroabsorptionsmodulators 10 und des

Verstärkers 15 beträgt vorzugsweise  $1\text{ }\mu\text{m}$  bis  $3\text{ }\mu\text{m}$ . Die Gesamtbreite  $B$  des Halbleitersubstrats 1 sollte vorzugsweise zwischen  $200\text{ }\mu\text{m}$  und  $500\text{ }\mu\text{m}$  liegen.

- 5 Die Wellenlänge  $\lambda_1$  des in das Halbleitersubstrat 1 eingestrahlten Lichts  $P_{\text{opt, ein}}$  kann identisch mit der Wellenlänge  $\lambda_2$  des von dem Laser 5 erzeugten Lichts  $P_{\text{opt, aus}}$  sein; stattdessen sind auch unterschiedliche Wellenlängen  $\lambda_1$  und  $\lambda_2$  möglich.

10

In der Figur 3 erkennt man einen Leitungsträger 200, beispielsweise eine Leiterplatte, auf der zwei koplanare elektrische Leiter 205 und 210 einen elektrischen Koplanarleiter 215 bilden, also einen für Millimeter- bzw. Submillimeterwellen geeigneten elektrischen Wellenleiter.

15

Die beiden Leiter 205 und 210 haben eine Wellenleiterbreite  $w$  von ca.  $10\text{ }\mu\text{m}$  bis  $50\text{ }\mu\text{m}$  und einen Abstand  $A$  zwischen  $20\text{ }\mu\text{m}$  bis  $80\text{ }\mu\text{m}$ .

20

Die beiden Leiter 205 und 210 sind mit ihrem einem Leitungsende jeweils an eine Antenne 220 angeschlossen, die aus Metallpads 225 und 230 gebildet ist. Die Metallpads 225 und 230 weisen eine Breite  $q$  von ca.  $100\text{ }\mu\text{m}$  und eine Gesamtlänge  $r$  (einschließlich Abstand  $A$ ) von  $500\text{ }\mu\text{m}$  bis  $2\text{ mm}$  auf.

25

- Die beiden Leiter 205 und 210 sind mit ihrem anderen Leitungsende an den Kontakt 40 und den Kontaktbereich 75 des Elektroabsorptionsmodulators 10 angeschlossen, wie weiter unten im Zusammenhang mit der Figur 4 erläutert wird. Der elektrische Koplanarleiter 215 verbindet somit die Antenne 220 und den Elektroabsorptionsmodulator 10 miteinander und ist hierfür speziell derart dimensioniert und ausgebildet, das er für die Übertragung von elektrischen Millimeter- und/oder Submillimeterwellen speziell geeignet und
- 30  
35

insbesondere hinsichtlich seines Wellenwiderstandes angepasst ist.

In der Figur 3 sind darüber hinaus Anschlussleitungen 235, 240, 245 und 250 erkennbar, die zum Kontaktieren des Lasers 5 und des Verstärkers 15 dienen. Wie die elektrischen Anschlussleitungen 235, 240, 245 (Breite  $s = 10\mu\text{m} - 50\mu\text{m}$ ) und 250 konkret verbunden sind, ist im Zusammenhang mit der Figur 4 erläutert.

In der Figur 3 ist außerdem das Halbleitersubstrat 1 gemäß der Figur 2 „gedreht“ gezeigt - also in einer „Durchsicht“ von unten auf die Rückseite 90 des Halbleitersubstrats. Diese Darstellung soll andeuten, dass das Halbleitersubstrat 1 kopfüber auf den Leitungsträger 200 aufgesetzt und dann aufgelötet wird. Der Übersichtlichkeit halber sind in dieser Darstellung nur die Kontakte und die Kontaktbereiche gezeigt.

Die Figur 4 zeigt den Leitungsträger 200 und das Halbleitersubstrat 1 nach dessen Montage; der Leitungsträger 200 und das Halbleitersubstrat 1 bilden damit das elektrooptische Bauelement 2.

Man erkennt in der Figur 4, dass der Kontaktbereich 70 zum Kontaktieren des „n-Kontaktes“ des Lasers 5 an die Anschlussleitung 240 angeschlossen ist. Der „p-Kontakt“ des Lasers 5 wird über den Kontakt 35 und damit über die Anschlussleitung 235 elektrisch angesteuert.

Der optische Verstärker 15 ist mit seinem p-Kontakt 45 an die Anschlussleitung 245 angeschlossen; die Anschlussleitung 250 ist mit dem Kontaktbereich 80 zum kontaktierten des n-Kontakts des optischen Verstärkers 15 verbunden.

Der p-Kontakt 40 des Elektroabsorptionsmodulators 10 ist an den Leiter 210 des elektrischen Koplanarleiters 215 angeschlossen; der Leiter 205 des elektrischen

Koplanarleiters 215 ist mit dem Kontaktbereich 75 zum Kontaktieren des n-Kontakts des Elektroabsorptionsmodulators 10 verbunden.

- 5 Das elektrische Bauelement 2 gemäß den Figuren 1 bis 4 kann bidirektional betrieben werden: Zum einen lassen sich mit dem elektrooptischen Bauelement 2 optische Lichtsignale  $P_{\text{opt, ein}}$  in elektrische Wellen  $P_{\text{elektr., aus}}$  im Millimeter- und/oder Submillimeterbereich umwandeln. Zum anderen kann - also in
- 10 entgegengesetzter Richtung - aus elektrischen Wellen  $P_{\text{elektr., ein}}$  im Millimeter- und/oder Submillimeterbereich ein entsprechendes optisches Ausgangssignal  $P_{\text{opt, aus}}$  erzeugt werden. Dies soll nun kurz erläutert werden:
- 15 Ein optisches Eingangs-Lichtsignal  $P_{\text{opt, ein}}$  wird vom Elektroabsorptionsmodulator 10 absorbiert, wodurch Elektron-Loch-Paare erzeugt werden, die an den Anschlüssen 75 und 40 des Elektroabsorptionsmodulators 10 eine elektrische Spannung hervorrufen. Bei einem mit einer Frequenz von beispielsweise
- 20 100 GHz modulierten Lichtsignal  $P_{\text{opt, ein}}$  bildet sich somit eine elektrische Wechselspannung an den Anschlüssen 40 und 75 des Elektroabsorptionsmodulators 10, die ebenfalls bei 100 GHz liegt und über den elektrischen Koplanarleiter 215 zur Antenne 220 übertragen und von dieser als Millimeter- oder,
- 5 im Falle höherer Datenraten und damit höherer Frequenzen, als Submillimeterwellen  $P_{\text{elektr., aus}}$  abgestrahlt werden.

- In umgekehrter Richtung funktioniert das elektrooptische Bauelement wie folgt: Eine elektrische Millimeterwelle oder
- 30 Submillimeterwelle  $P_{\text{elektr., ein}}$  wird von der Antenne 220 empfangen, woraufhin ein entsprechendes elektrisches Signal bzw. eine entsprechende elektrische Welle über den elektrischen Koplanarleiter 215 zum Elektroabsorptionsmodulator 10 gelangt; dieses elektrische
- 35 Signal steuert den Elektroabsorptionsmodulator 10 derart an, dass dieser sein Absorptionsverhalten entsprechend dem elektrischen Signal moduliert. Dies führt dann dazu, dass das

11

vom Laser 5 generierte Licht moduliert wird und modulierte optische Signale  $P_{\text{opt,aus}}$  erzeugt werden, die von dem Halbleitersubstrat 1 in den optischen Wellenleiter 95 eingekoppelt werden.

## Bezugszeichenliste

	1	Halbleitersubstrat
5	2	elektrooptisches Bauelement
	5	DFB-Laser
	10	Elektroabsorptionsmodulator
	15	optischer Verstärker
	20	aktive Schicht
10	25	weitere aktive Schicht
	30	p-dotierte Deckschicht
	35,40,45	elektrische Kontakte
	50,55	Gräben
	60	Gitterstruktur
15	70,75,80	Kontaktbereiche
	85	Vorderseite
	90	Rückseite
	95	optischer Wellenleiter
	100	optische Anschlussseite
20	200	Leitungsträger
	205,210	Leiter
	220	Antenne
	225,230	Metallpads
	235,240,245,250	Anschlussleitung

Patentansprüche

1. Elektrooptisches Bauelement (2) mit einer Millimeter- und/oder Submillimeterantenne (220) und einem optischen Empfänger,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der optische Empfänger ein Elektroabsorptionsmodulator (10) ist.
2. Elektrooptisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrooptische Bauelement (2) ein optisch aktives Element (5, 15) aufweist.
3. Elektrooptisches Bauelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das optisch aktive Element (5, 15) und der Elektroabsorptionsmodulator (10) in demselben Halbleitersubstrat (1) integriert sind.
4. Elektrooptisches Bauelement nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das optisch aktive Element ein Laser (5), insbesondere DFB- oder DBR-Laser, oder ein optischer Verstärker (15), insbesondere ein SOA, ist.
5. Elektrooptisches Bauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Millimeter- und/oder Submillimeterantenne (220) auf dem Halbleitersubstrat (1) angeordnet ist.
6. Elektrooptisches Bauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Millimeter- und/oder Submillimeterantenne (220) auf einem Schaltungsträger (200) angeordnet ist und das Halbleitersubstrat (1) auf dem Schaltungsträger (200) befestigt ist.



7. Elektrooptisches Bauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf dem Halbleitersubstrat (1) zumindest zwei unterschiedliche aktive Schichten (20, 25) angeordnet sind, von denen eine (20) für das optisch aktive Element (5) und die weitere (25) für den Elektroabsorptionsmodulator (10) optimiert ist.

8. Elektrooptisches Bauelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine der zwei aktiven Schichten (20, 25) eine QD-, eine MQD-, einen QW- und/oder eine MQW-Schicht ist.

9. Elektrooptisches Bauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Millimeter- und/oder Submillimeterantenne (220) eine Schlitzantenne ist.

10. Elektrooptisches Bauelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitzantenne eine von einem Koplanarleiter (215) gespeiste Schlitzantenne ist.

11. Elektrooptisches Bauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Millimeter- und/oder Submillimeterantenne (220) eine Yagi-Uda-Antenne oder eine „log-periods“-Antenne ist.

12. Elektrooptisches Bauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Millimeter- und/oder Submillimeterantenne (220) auf einer Linse, insbesondere einer Siliziumlinse, montiert ist.

13. Elektrooptisches Bauelement nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse eine hemisphärisch gebogene Linse ist.

14. Elektrooptisches Bauelement nach einem der vorangehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das

Halbleitersubstrat (1) zu dem III/V-Materialsystem gehört, insbesondere ein Indiumphosphid- oder Galliumarsenit-Material ist.

5 15. Verfahren zum Erzeugen von Millimeter- und/oder Submillimeterwellen, beim dem optische Signale mit einem optischen Empfänger in elektrische Signale umgewandelt werden und die elektrischen Signale mit einer Millimeter- und/oder Submillimeterantenne abgestrahlt werden, dadurch  
10 gekennzeichnet, dass die optischen Signale mit einem Elektroabsorptionsmodulator (10) in elektrische Signale umgewandelt werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch  
15 gekennzeichnet, dass als Antenne eine Schlitzantenne, insbesondere eine von einem Koplanarleiter (215) gespeiste Antenne (220) verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch  
20 gekennzeichnet, dass als Antenne eine Yagi-Uda-Antenne oder eine „log-period“-Antenne verwendet wird.

18. Verfahren einem der vorangehenden Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die mit der  
5 Millimeter- oder Submillimeterantenne erzeugten Wellen mit einer Linse, insbesondere einer Siliziumlinse gebündelt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch  
30 gekennzeichnet, dass zur Bündelung eine hemisphärisch gewölbte Linse verwendet wird.

20. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass mit dem  
35 Elektroabsorptionsmodulator (10) ein optisches Signal unter Heranziehung eines mit der Millimeter- und/oder

Submillimeterantenne empfangenen elektrischen Signals moduliert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch  
5 gekennzeichnet, dass mit dem  
Elektroabsorptionsmodulator (10) ein optisches Signal  
moduliert wird, das mit einem Laser erzeugt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch  
10 gekennzeichnet, dass das Licht mit einem auf einem  
Halbleitersubstrat (1) des Elektroabsorptionsmodulators (10)  
integrierten Laser (5) erzeugt wird und das Licht mit dem  
Elektroabsorptionsmodulator (10) moduliert wird.

Zusammenfassung

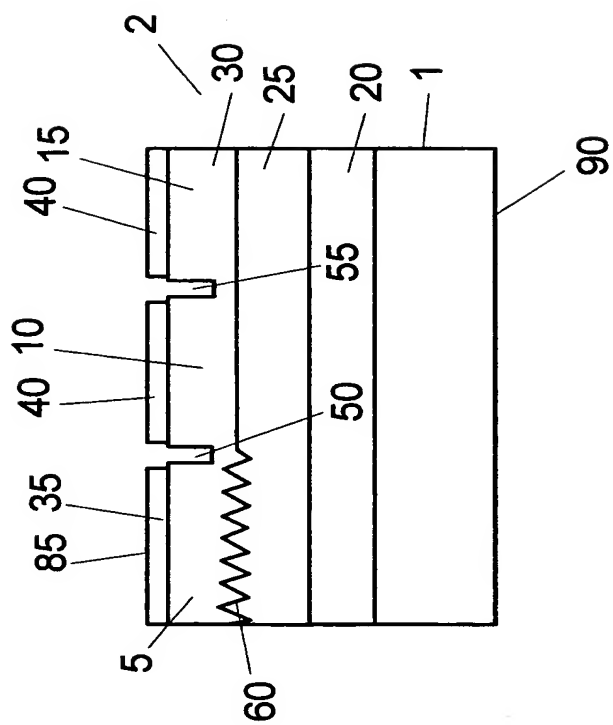
Elektrooptisches Bauelement

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein elektrooptisches Bauelement (2) mit einer Millimeter- und/oder Submillimeterantenne (220) und einem optischen Empfänger.

- 10 Um bei einem solchen elektrooptischen Bauelement zu erreichen, dass sich Millimeterwellen und/oder Submillimeterwellen besonders gut generieren lassen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der optische Empfänger ein Elektroabsorptionsmodulator (10) ist.

15

Fig. 4



**FIG 1**

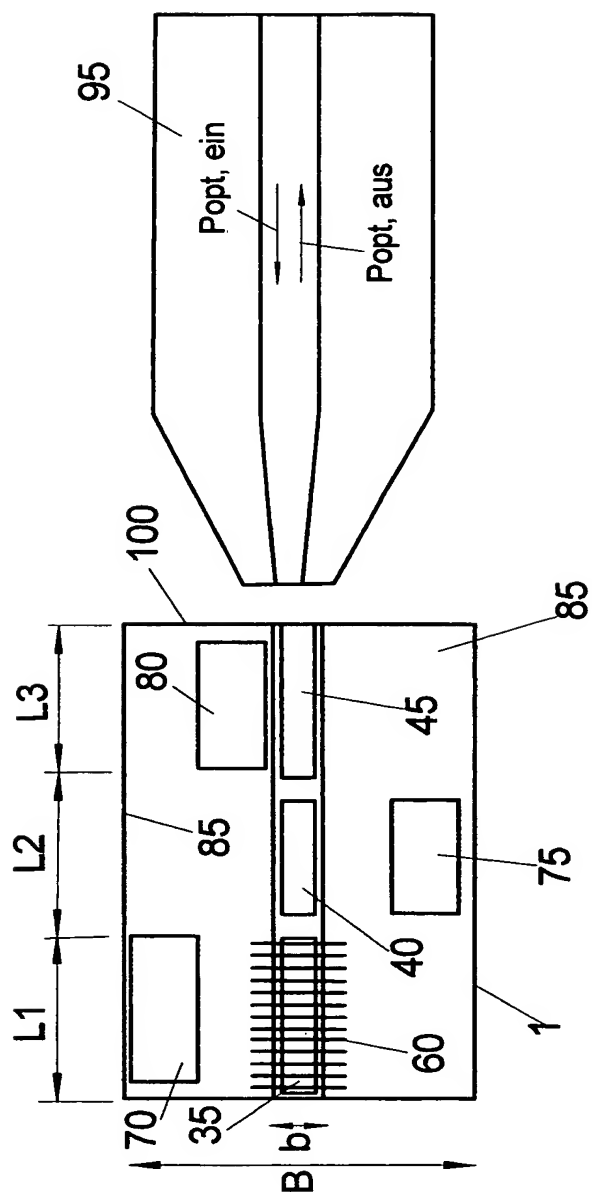


FIG 2

FIG 3

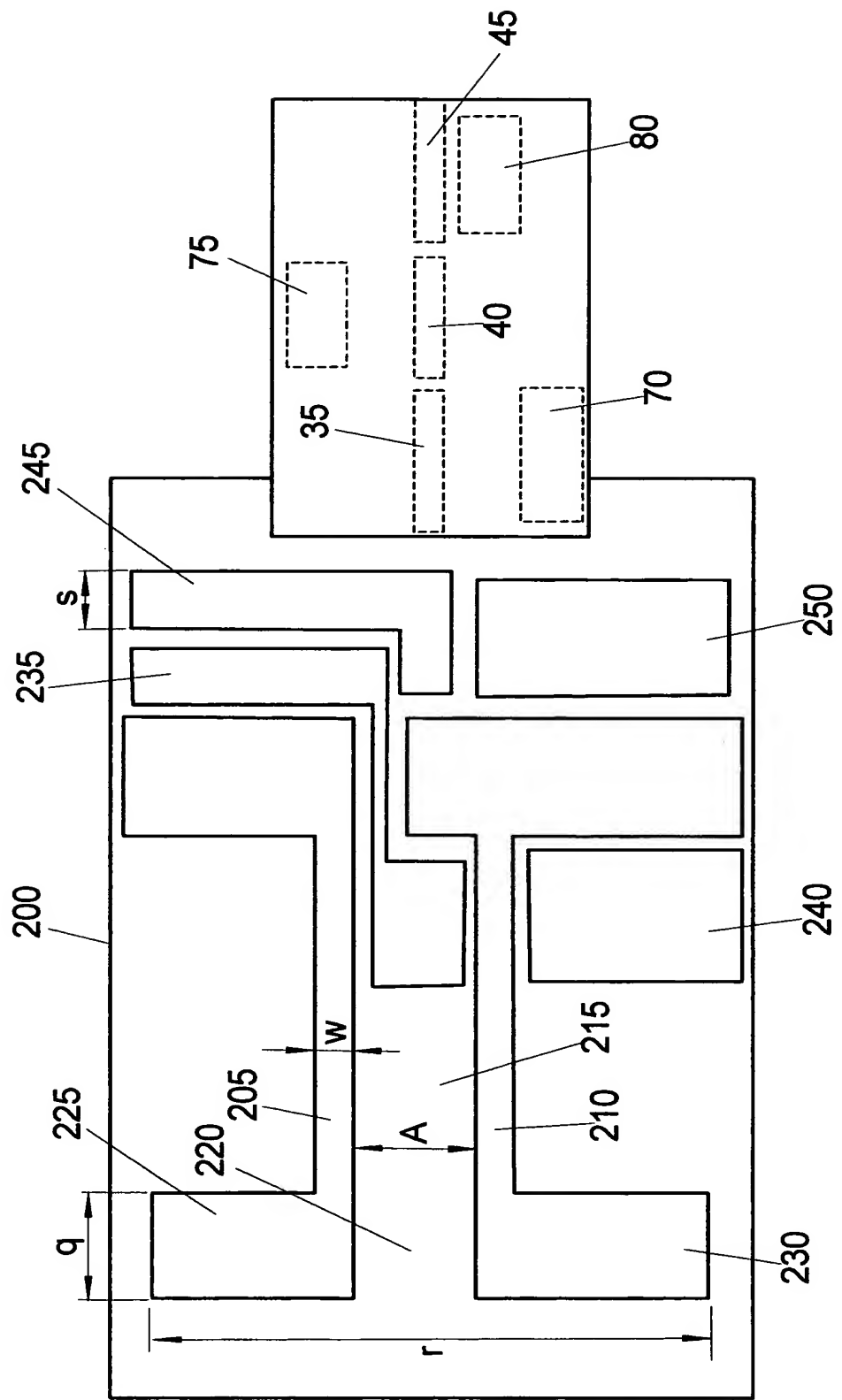


FIG 4

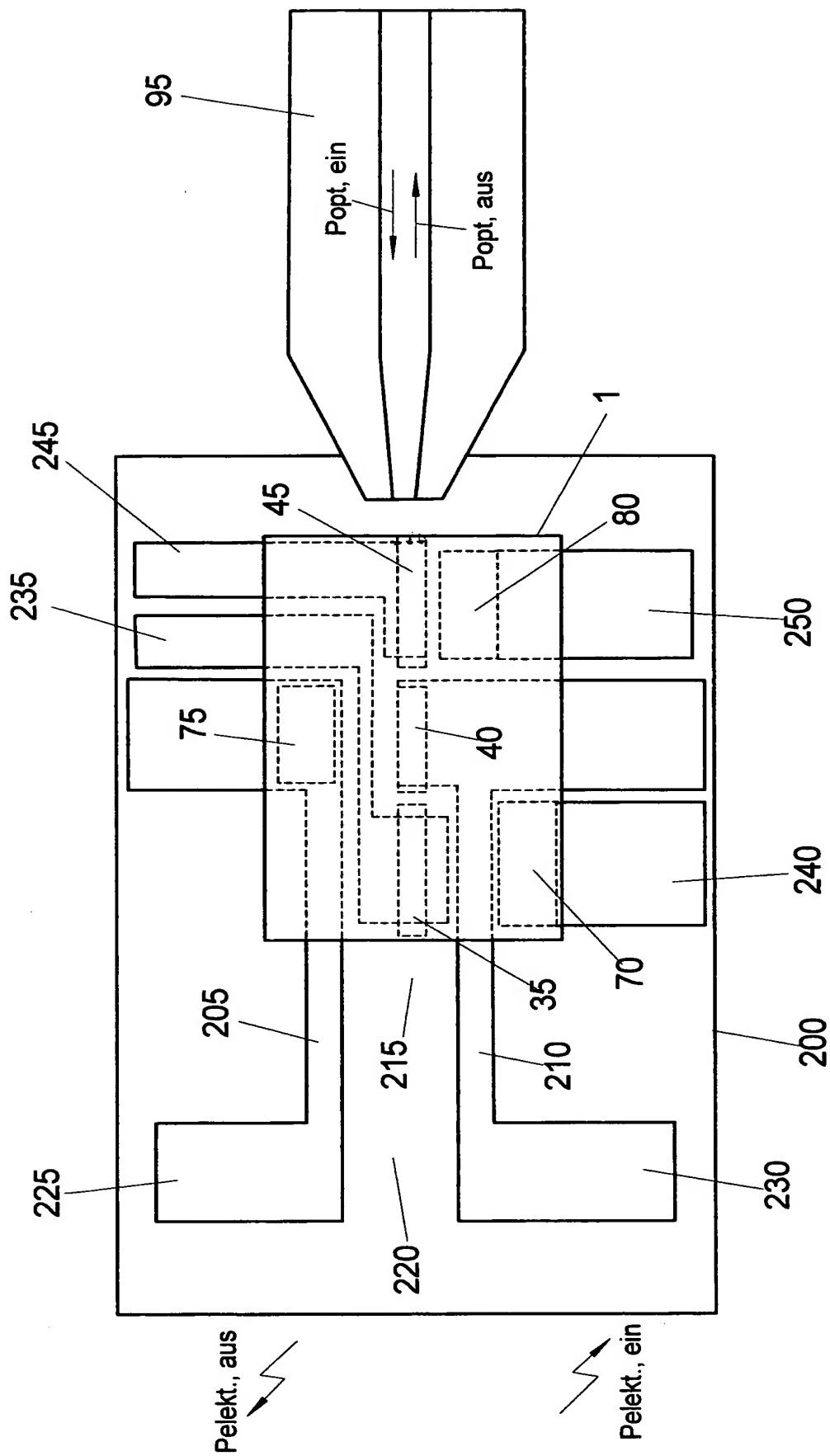


FIG 4

